



## **Evaluering af forskningsprogrammet "Bæredygtig teknologi i jordbruget"**

Christensen, Johannes; Pedersen, Søren Marcus

*Publication date:*  
2009

*Document version*  
Også kaldet Forlagets PDF

*Citation for published version (APA):*  
Christensen, J., & Pedersen, S. M., (2009). *Evaluering af forskningsprogrammet "Bæredygtig teknologi i jordbruget"*, 36 s.

# **Evaluering af forskningsprogrammet ”Bæredygtig teknologi i jordbruget”**

Seniorkonsulent Johannes Christensen og seniorforsker Søren Marcus Pedersen

Fødevareøkonomisk Institut  
August 2009

# Indholdsfortegnelse

Forord .....	3
Vurderinger og sammendrag .....	4
1. Introduktion til evalueringsformen.....	7
2. Introduktion til forskningsprogrammet ”Bæredygtig teknologi i jordbruget” .....	9
3. Oversigt over finansiering, pointtildeling og omkostningseffektivitet.....	11
3.1. Finansiering .....	11
3.2. Pointtildeling .....	12
3.3. Omkostningseffektivitet .....	15
4. Evaluering af de enkelte projekter .....	19
4.1. Vaskning af staldluft.....	19
4.2. Identifikation af produktionssygdomme.....	22
4.3. Automatisk rensning af svinestalde .....	25
4.4. Robotbaseret ukrudtsbekæmpelse .....	27
4.5. Automatisk planteregistrering .....	29
4.6. Kvantificering af skadevoldere i marken.....	31
4.7. Netværk og forskerskole.....	33
Bilag A: Pointtildeling i den kvantitative analyse .....	34
Bilag B: Interviewguide Projektledere .....	35
Bilag C: Interviewguide Erhvervsinteressenter .....	36

## Forord

I denne rapport evalueres forskningsprogrammet ”Bæredygtig teknologi i jordbruget” med tilhørende 6 projekter samt en tværgående aktivitet om netværksdannelse og forskerskoler.

Evalueringen er gennemført på initiativ af FødevarerErhverv og skal ses som et led i Fødevareministeriets udvikling af en ny metode til evaluering af ministeriets forskningsprogrammer med henblik på at vurdere de enkelte programmers værdi for forskningen og erhvervet.

Arbejdet er udført af seniorkonsulent Johannes Christensen i samarbejde med seniorforsker Søren Marcus Pedersen. Johannes Christensen har gennemført interviews af projektledere og interessenter fra erhvervet og har skrevet rapporten. Søren Marcus Pedersen har bistået med beregninger til de kvantitative analyser og har sammen med undertegnede medvirket ved den endelige redigering af rapporten. Fremgangsmåden er nærmere beskrevet i rapporten ”Evaluering af Fødevareministeriets Forskningsprogrammer” som ligeledes er udarbejdet af Fødevareøkonomisk Institut.

Mogens Lund  
Afdelingen for Produktion og Teknologi  
Fødevareøkonomisk Institut  
København, august 2009

## Vurderinger og sammendrag

Hovedformålet med forskningsprogrammet ”Bæredygtig teknologi i jordbruget” har været at sætte fokus på innovativ teknologi for at fremme en forskning, der sigter mod teknologiske gennembrud indenfor den primære jordbrugssektor, og som kan bidrage til miljøvenlige og ressourcebesparende produktionsmetoder. Programmet retter sig overvejende mod at fremskaffe en mere grundlæggende viden som en forudsætning for yderligere forskning og for en industriel udviklingsindsats. Programmet omfattede 6 projekter samt en tværgående indsats for at styrke netværksdannelse og forskeruddannelse.

4 af projekterne retter sig mod udvikling af sensorer og robotter i forbindelse med rensning af stalde og bekæmpelse af skadevoldere i planteproduktionen og nedsættelse af forbruget af pesticider og gødning. Et projekt beskæftiger sig med vaskning af staldluft for at reducere lugtgener og udslip af ammoniak. Det sidste projekt omhandler metoder og teknologi til tidlig identifikation af produktionssygdomme i kvægholdet.

Evalueringen af forskningsprogrammet er foretaget ved en kvantitativ og en kvalitativ vurdering. Den kvantitative vurdering bygger på en tildeling af point for de outputs, der er realiseret ved de enkelte projekter og er opdelt i kategorierne ”Videnskabelig betydning”, ”Indlejring af viden” samt ”Erhverv og samfund”. Den kvalitative vurdering bygger på interviews med projektlederne og de erhvervsvirksomheder, der har været involveret.

Generelt kan målopfyldelsen karakteriseres som tilfredsstillende. Der har især været fokus på den videnskabelige betydning og indlejring af viden. Der er i programmet videreuddannet 2 post doc. og uddannet 9 ph.d. studerende, ligesom adskillige kandidater har skrevet hovedopgaver i tilknytning til projekterne. Der er i alt publiceret 22 videnskabelige artikler til internationale tidsskrifter, og programmets resultater er udbredt gennem et større antal indlæg på videnskabelige konferencer. I to af projekterne er udtaget patenter.

Omkostningseffektiviteten, målt som point for opnået output pr. mio. kr., er for programmet som helhed 155. To projekter, ”Vaskning af staldluft” og ”Identifikation af produktionssygdomme, skiller sig ud ved en relativt lav omkostningseffektivitet. Ved ”Vaskning af staldluft” har der fra erhvervsside været en finansieringsstøtte på 22 pct., der er anvendt til køb af udstyr og drift, men også til lønninger i erhvervet. Disse

lønudgifter har imidlertid ikke bidraget til det målelige output, hvilket alt andet lige reducerer omkostningseffektiviteten. For projektet ”Identifikation af produktionssygdomme” har der været betydelige metodiske vanskeligheder, som har betydet forsinkelser og et reduceret output, hvorved omkostningseffektiviteten er blevet relativt lav. Omvendt har forskerne opnået en erfaring, som kan udnyttes i kommende projekter på området.

Der er således nogle metodiske problemer i den fremgangsmåde, der anvendes ved opgørelse af omkostningseffektiviteten, hvilket betyder, at en sammenligning af projekterne ikke i alle tilfælde er entydig.

Der er kun opnået relativt få point for output inden for kategorien ”Erhverv og samfund”, men formålet med programmet har også primært været den videnskabelige betydning og indlejring af viden gennem forskeruddannelse. For alle projekter gælder, at yderligere forskning og industriel udvikling er nødvendig, før teknologierne kan opnå praktisk anvendelse i rådgivningen og i praksis. Der ligger således 10-15 års arbejde forude, før det kan forventes, at teknologier er klar til en større praktisk udbredelse, og for nogle af metoderne vil det måske slet ikke lykkes at nå så langt.

Vejen fra idé til virkelighed er i realiteten ganske lang for teknologier som dem, der her er tale om. Nedenstående er vist de etaper, der skal gennemløbes før en sådan innovationsproces er afsluttet.



De fleste projekter i programpakken befinder sig på trin 2 og måske på tærsklen til trin 3. Kun 1 af projekterne ”Vaskning af staldluft” nærmer sig industriel udvikling,

så der er relativt lang vej igen før nyttiggørelse i den primære landbrugsproduktion kan komme på tale.

Effekten for det primære landbrug og for realiseringen af de fødevarepolitiske målsætninger i form af forbedret miljø, dyrevelfærd, kvalitet, eksportpotentiale og konkurrenceevne er derfor særdeles vanskelig at vurdere og sige noget konkret om for dette program. Men der er forholdsvis klare visioner for alle projekterne, der går i retning af dels forbedret miljø og konkurrenceevne i planteavlen, dels bedre arbejdsmiljø, dyrevelfærd og sygdomsforebyggelse i husdyrbruget og endelig reducerede lugtgener og udslip af miljøskadelige stoffer fra stalde.

Skal resultaterne for programmet opnå praktisk nytte engang i fremtiden, er det absolut nødvendigt, at der følges op med yderligere forskning og helst i samarbejde med de industrier, der skal producere de nye teknologier. I den forbindelse bør der bygges på de netværker, der er skabt og det bør sikres, at der bliver kontinuitet i processen. Der bør med passende mellemrum suppleres med systemanalyser og økonomiske vurderinger, så det så vidt muligt undgås at arbejde videre med metoder og teknologier, der kun har ringe muligheder for at vinde udbredelse i den fremtidige jordbrugsproduktion.

# 1. Introduktion til evalueringsformen

Evalueringsmetoden bygger på en kvantitativ og en kvalitativ evaluering af hvert af de 6 projekter.

Den kvantitative del bygger på en opgørelse af projektets outputs i form af videnskabelige artikler, conferencebidrag, uddannelse af ph.d. studerende m.v., hvor hvert output tilskrives et antal point. Det har været afgørende at opstille et fagligt og fair pointsystem for de relevante outputs fra forskningen, som opfylder de krav erhvervet, forskningen og relevante interessenter har til offentlig finansieret forskning. Derfor er vægtningen af outputs bestemt af et udvalg med deltagelse af repræsentanter fra erhvervet, forskningen og samfundet. Vægtningen af de enkelte outputs er angivet i bilag A. Pointtildelingen for hvert output opgøres efterfølgende efter deres karakter i kategorierne "Videnskabelig betydning", "Indlejring af viden" samt "Erhverv og samfund". Disse resultater kan herefter sammenholdes med projektets samlede omkostninger og dermed give et billede af projektets omkostningseffektivitet, samt i hvilken retning projektets output er orienteret.

I de tilfælde, hvor formålet er at oplyse firmaer og landmænd om nye bæredygtige teknologier, er det vigtigt, at der ikke alene opnås point under kategorien "Videnskabelig betydning", men at der også publiceres i forhold til "Erhverv og samfund". Fordelingen af point kan derfor være af lige så stor betydning som det samlede antal point, der er opnået i et forskningsprojekt.

Den kvalitative evaluering bygger på interviews med projektlederen samt relevante personer fra erhverv og samfund, som har en interesse i det pågældende forskningsprojekt. For hvert interview er der udformet en interviewguide for henholdsvis projektlederen og repræsentanter for erhverv og samfund. Bilag B og C indeholder henholdsvis interviewguide for projektlederne og interviewguide for erhvervsinteressenterne.

Interviewguiden er fulgt kronologisk og suppleret med uddybende spørgsmål undervejs eller til slut. Den kronologiske fremgang sikrer i videst muligt omfang, at samtlige spørgsmål stilles til alle interviewede personer. Derved sikres større sammenlignelighed mellem de enkelte projekter. Ved hvert interview har interviewer taget noter og efterfølgende foretaget en sammenskrivning. Sammenskrivningen er sendt til projektlederne, der har haft mulighed for at fremkomme med eventuelle rettelser og tilføjelser.



For mere information om evalueringsmetoden se Larsen, A., Pedersen, S.M. og Sandøe, P. (2006): Evaluering af Fødevareministeriets forskningssprogrammer. Fødevareøkonomisk Institut.

## **2. Introduktion til forskningsprogrammet ”Bæredygtig teknologi i jordbruget”**

Programmets overordnede formål er at sætte fokus på innovativ teknologi, overvejende sensorer og robotter, for at fremme forskning, der sigter mod teknologiske gennembrud inden for primære produktionsområder i jordbruget, og som kan bidrage til miljøvenlige og ressourcebesparende produktionsmetoder.

Programmet retter sig overvejende mod at fremskaffe en mere grundlæggende viden som en forudsætning for yderligere forskning og for en industriel udviklingsindsats, afprøvning og modning af teknologierne. For programmets 6 projekter gælder, at der skal ske yderligere forskning og udvikling før resultaterne kan forventes omsat til praktisk anvendelse i jordbruget. Udviklingen og modningen af teknologierne skal overvejende foretages af industrielle virksomheder, der derefter foretager en markedsføring og et salg til primærjordbruget.

Forskningsprogrammet er opdelt i 6 projekter med hver deres projektleder og hver deres budget. Dertil kommer en tværgående aktivitet omkring netværksdannelse og forskerskoler, idet man med programmet tillige har ønsket at skabe stærke netværk på området og bidrage til ph.d. uddannelsen, som en forudsætning for en videre anvendelse af resultaterne. En oversigt over projekterne og tilhørende projektledere er angivet i tabel 1. For nemmere at gengive projekterne anvendes i de efterfølgende kapitler en forkortet titel, der sammen med den fulde titel fremgår af tabel 1.

Forskningsprogrammet havde en varighed på 4 år fra 2002 til 2006. Det blev finansieret via et samarbejde mellem Fødevareministeriet og Statens Veterinær og Jordbrugsvidenskabelige Forskningsråd og Statens Tekniske Forskningsråd. De samlede omkostninger ved programmets gennemførelse har været 55,6 mio. kr., hvor af 41,4 mio. kr. er programtilskud, 10,0 mio. kr. institutionernes medfinansiering og 4,2 mio. kr. støtte fra erhvervsside. Halvdelen af programtilskuddet kommer fra Fødevareministeriet og den anden halvdel fra de to forskningsråds ordinære fondsmidler.

**Tabel 1. Projekter under forskningsprogrammet "Bæredygtig teknologi i jordbruget"**

Forkortelse	Titel	Projektleder
Vaskning af staldluft	Absorbering af lugt, ammoniak og støv fra stalde i vanddråber	Hisamitsu Takai
Identifikation af produktionssygdomme	Tidlig identifikation af produktionssygdomme i højteknologiske stalde	Klaus Lønne Ingvartsen
Automatisk rensning af svinestalde	Intelligent sensor til brug ved automatisk rensning af svinestalde	Mogens Blanke
Robotbaseret ukrudtsbekæmpelse	Robotbaseret ukrudtsbekæmpelse	Svend Christensen
Automatisk planteregistrering	Automatisk planteregistrering og overvågning	Hans Jørgen Andersen
Kvantificering af skadevoldere i marken	Kemiske sensorsystemer til kvantificering af skadevoldere i marken med henblik på nedsættelse af pesticidforbruget	Annemarie F. Justesen
Netværk og forskerskole	Netværk og forskerskole aktiviteter i Forskningsprogrammet "Bæredygtig Teknologi i jordbruget"	Svend Christensen

### 3. Oversigt over finansiering, pointtildeling og omkostningseffektivitet

#### 3.1. Finansiering

Ved opgørelse af omkostningerne er taget udgangspunkt i slutregnskaberne for de enkelte projekter. Desværre er opgørelsesmetoderne noget forskellige projekterne imellem, idet der ikke i alle tilfælde er ført regnskab over institutionernes eget forbrug, ligesom der heller ikke foreligger regnskab for den støtte, der er kommet fra erhvervs-side. Institutionernes egetforbrug har således i flere tilfælde måttet skønnes ud fra det budget, der forelå ved projekternes start. Det samme gælder for det omkostningsforbrug, der har været i de medvirkende erhvervsvirksomheder. Projektlederne skønner dog, at det faktiske forbrug ikke har afvejet ret meget fra budgetterne. I alle tilfælde indregnes overhead med 20 pct. af lønninger og andre omkostninger. Da de omkostninger, som overhead er tænkt at dække (Husleje, administration, m.v.) normalt er noget større, er de samlede omkostninger ved projekterne reelt undervurderet.

I tabel 2 er vist de samlede omkostninger, og hvorledes disse er finansieret. De samlede omkostningerne for programmet udgør i alt 55,6 mio. kr., der finansieres med 41,4 mio. kr. fra Fødevareministeriet og Forskningsrådene, 10,0 mio. kr. fra institutionerne og 4,2 mio. kr. fra erhvervsside.

**Tabel 2. Omkostninger og finansiering, Bæredygtige teknologier i jordbruget, 1.000 kr.**

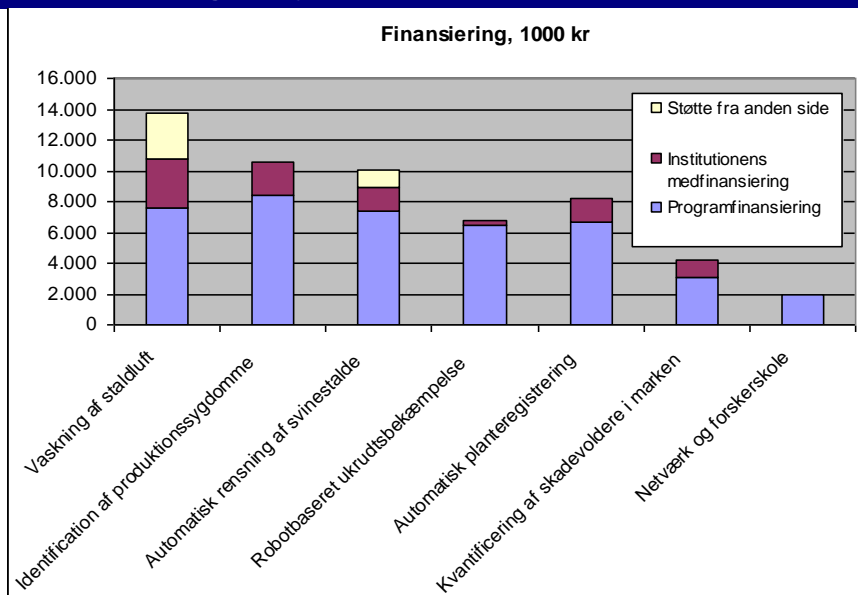
Titel	Omkostninger i alt	Programfi- nansiering	Institutionens medfinansiering	Støtte fra anden side
Vaskning af staldluft	13.785	7.551	3.194	3.040
Identification af produktionssygdomme	10.588	8.411	2.177	0
Automatisk rensning af svinestalde	10.040	7.365	1.562	1.113
Robotbaseret ukrudtsbekæmpelse	6.763	6.426	337	0
Automatisk planteregistrering	8.192	6.651	1.541	0
Kvantificering af skadevoldere i marken	4.228	3.047	1.181	0
Netværk og forskerskole	1.993	1.993	0	0
I alt	55.589	41.444	9.992	4.153

Vaskning af staldluft har de største samlede omkostninger på 13,8 mio. kr., mens Kvantificering af skadevoldere i marken er under en tredjedel heraf på 4,2 mio. kr.. Netværk og forskerskoler indgår med det mindste beløb, men der er reelt ikke tale om et egentligt projekt, men om en tværgående aktivitet der skal understøtte netværks-

dannelse og undervisning på områder, som ønskes styrket. Kun to af projekterne har modtaget støtte fra erhvervsside: Vaskning af staldluft” og ”Automatisk rensning af svinestalde”. I begge tilfælde er Dansk Svineproduktion samarbejdspartner sammen med forskellige industri virksomheder.

I figur 1 er vist et søjlediagram, der illustrerer forskelle i projekternes størrelse og i finansieringen.

**Figur 1. Finansiering af projekterne**



### 3.2. Pointtildeling

På baggrund af indberetningerne i slutrapporterne er det samlede output fra hvert projekt opgjort i point fordelt på områderne ”Videnskabelig betydning”, ”Indlejring af viden” og ”Erhverv og samfund”. Pointtildelingene for hvert enkelt output er vist i bilag A. Under interviewet af projektlederne er indberetningerne i slutrapporterne gennemgået og fordelt på de respektive områder.

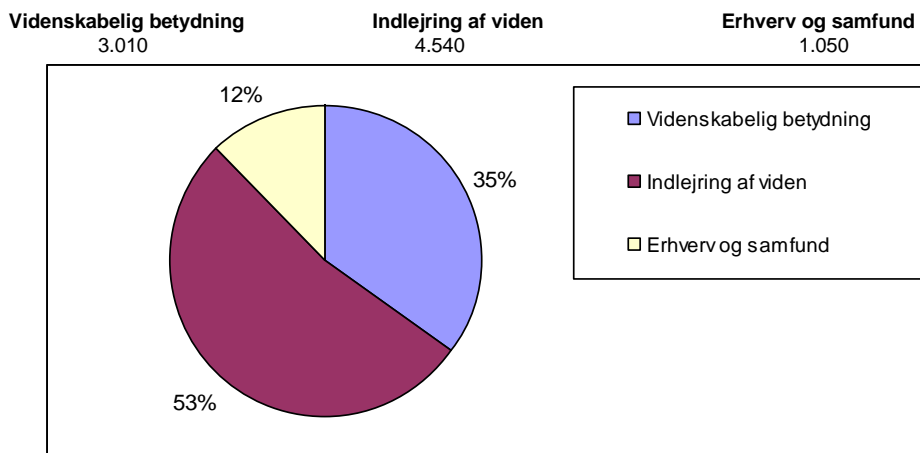
Programmet blev som nævnt tidligere afsluttet i 2006. Efterfølgende har en del af projekterne fået optaget artikler i internationale tidsskrifter, og disse er medtaget i opgørelsen. Erfaringsmæssigt går der nogen tid med at få en artikel godkendt og publiceret

i et internationalt tidsskrift, men hvis artiklen har direkte relation til det pågældende projekt og er publiceret inden medio 2009 er den medtaget og tildelt point. Et enkelt projekt "Identifikation af produktionssygdomme" forventer, at der senere kommer 2-3 yderligere publikationer, men disse indgår således ikke i opgørelsen. Tidspunktet for evalueringen i forhold til programmets afslutning kan således have stor betydning for antallet af point. Men da der i dette tilfælde er tale om en periode på ca. 3 år, er der kun få publikationer, der ikke er talt med. Aktiviteten "Netværk og forskerskoler" er ikke tildelt point, da der ikke er tale om et egentligt forskningsprojekt.

I figur 2 er den samlede point fordeling for hele programmet og på de tre områder vist. Samlet har programmet opnået 8.600 point fordelt med 35 pct. på "Videnskabelig betydning", 53 pct. på "Indlejring af viden" og 12 pct. på "Erhverv og samfund". Denne fordeling er forventelig set i forhold til programmet målsætning om at fremskaffe en grundlæggende viden og at sikre, at denne viden indlejres i forskningen ved at styrke netværksdannelser og uddannelse. Alle projekter har haft ph.d. studerende eller post doc. betalt af projektmidler tilknyttet. Således har 5 af projekterne hver haft 2 personer under uddannelse og det mindste projekt "Kvantificering af skadevoldere i marken" 1 person. I henhold til pointskalaen gives der 300 point for hver, hvilket er forklaringen på, at "Indlejring af viden" har opnået det største antal point. Dertil kommer, at de fleste af projekterne har givet vejledning til kandidater i forbindelse med hovedopgaver.

**Figur 2. Fordeling af point for hele programmet**

Forskningsprogrammets samlede pointfordeling 8.600, heraf:



Tabel 3 viser fordelingen af point for de enkelte projekter. ”Automatisk planteregistrering” opnår de fleste point 1.965, og ”Kvantificering af skadevoldere i marken” det mindste antal point 860. Men sidstnævnte projekt er også det mindste af dem alle.

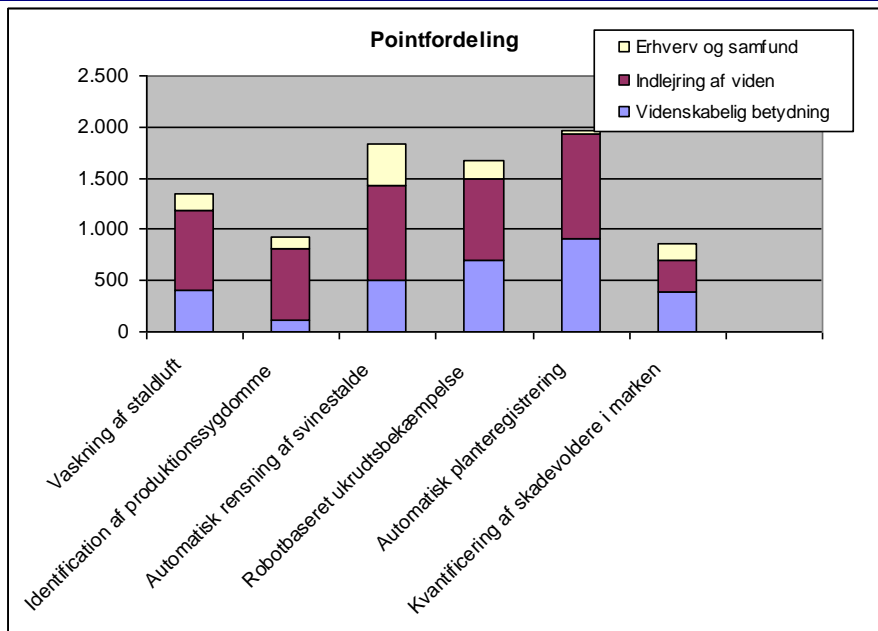
**Tabel 3. Fordeling af point for de enkelte projekter**

Titel	Videnskabelig betydning	Indlejring af viden	Erhverv og samfund	I alt
Vaskning af staldluft	400	790	150	1.340
Identification af produktionssygdomme	115	700	110	925
Automatisk rensning af svinestalde	510	920	400	1.830
Robotbaseret ukrudtsbekæmpelse	690	810	180	1.680
Automatisk planteregistrering	905	1.020	40	1.965
Kvantificering af skadevoldere i marken	390	300	170	860
Netværk og forskerskole	0	0	0	0

I figur 3 er ved et søjlediagram vist forskellen mellem projekterne totalt set og fordelt på de tre områder. Det ses tydeligt at ”Erhverv og samfund” ikke fylder meget i det samlede billede, medens ”Indlejring af viden” og ”Videnskabelig betydning” er de to dominerende områder. Ved projektet ”Identifikation af produktionssygdomme” har ”Videnskabelig betydning” opnået relativt få point, hvilket skal ses i relation til, at der i projektet opstod betydelige problemer med at få målemetoderne til at fungere efter hensigten. Derfor nåede man heller ikke de forventede resultater indenfor projektpéri-

oden, og publiceringsmulighederne blev mindre gode. Omvendt kan man sige, at de involverede forskere opnåede større erfaring på metodesiden. En erfaring, der kan komme efterfølgende projekter til gode.

**Figur 3. Fordeling af point for de enkelte projekter**



### 3.3. Omkostningseffektivitet

I tabel 4 er angivet den samlede pointtildeling og de totale omkostninger for de 6 projekter samt den tværgående aktivitet ”Netværk og forskerskoler”. Omkostningseffektiviteten, målt som point pr. mio. kr., er efterfølgende beregnet.

For programmet som helhed er opnået 155 point pr. mio. kr. Heri er indregnet omkostningerne til ”Netværk og forskerskole”, idet den tværgående aktivitet har haft en effekt for pointtildelingen generelt ved at facilitere blandt andet ph.d. uddannelserne. Mellem de enkelte projekter er der stor forskel på omkostningseffektiviteten, der varierer mellem 87 point pr. mio. kr. for projektet ”Identifikation af produktionssygdomme og 248 point pr. mio. kr. for projektet ”Robotbaseret ukrudtsbekæmpelse”.



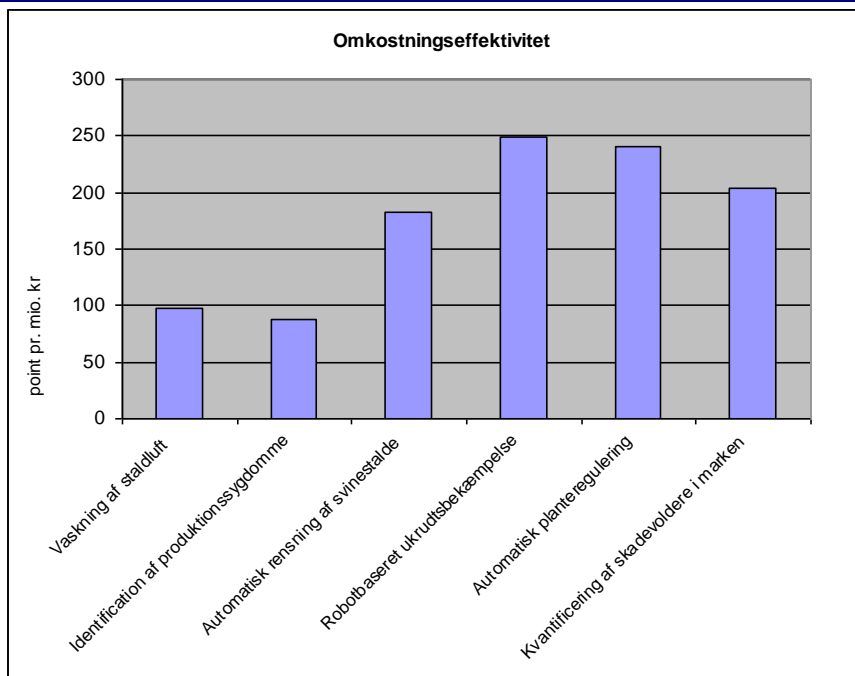
**Tabel 4. Omkostningseffektivitet for de enkelte projekter**

Titel	Samlede point	Omkostninger	Omkostnings-effektivitet (point pr. million kr.)
Vaskning af staldluft	1.340	13.785	97
Identification af produktionssygdomme	925	10.588	87
Automatisk rensning af svinestalde	1.830	10.040	182
Robotbaseret ukrudtsbekæmpelse	1.680	6.763	248
Automatisk planteregistrering	1.965	8.192	240
Kvantificering af skadevoldere i marken	860	4.228	203
Netværk og forskerskole	0	1.993	0

Det er bemærkelsesværdigt, at de to projekter med de største omkostninger samtidig er blandt de projekter med ringeste omkostningseffektivitet. En direkte sammenligning mellem projekternes omkostningseffektivitet kan dog give et skævt billede og disfavorisere projekter med mange omkostninger til laboratorieudstyr og forsøgsfaciliteter. Endvidere vil projekter, hvor der undervejs er opstået metodemæssige problemer eller svigt i udstyr, personalemæssige eller organisatoriske problemer alt andet lige opnå et mindre antal point og dermed en lavere omkostningseffektivitet. Omkostningseffektiviteten skal derfor fortolkes under skyldig hensyntagen til sådanne forhold.

Omkostningseffektiviteten er illustreret i figur 4, hvoraf forskellene tydeligt fremgår.

**Figur 4. Omkostningseffektivitet for de enkelte projekter**

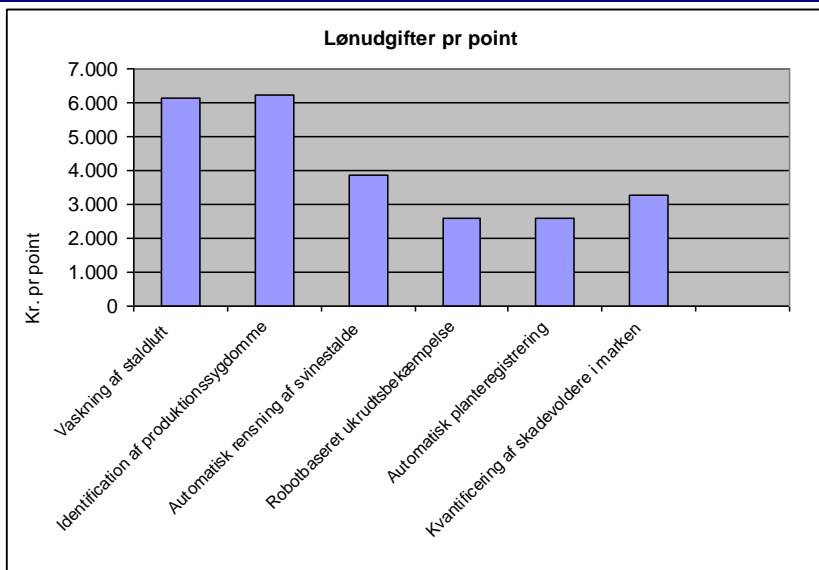


Da der således mellem projekterne kan være stor forskel til laboratorieudstyr og andre forsøgsfaciliteter er foretaget en isolering af lønudgifter og beregning af lønudgifterne pr. point. Resultatet af denne analyse er vist i tabel 5 og illustreret i figur 5.

**Tabel 5. Lønudgifter pr. point**

Titel	Lønudgifter	Lønudgifter pr. point
Vaskning af staldluft	8.219	6.134
Identification af produktionssygdomme	5.758	6.225
Automatisk rensning af svinestalde	7.029	3.841
Robotbaseret ukrudtsbekæmpelse	4.329	2.577
Automatisk planteregistrering	5.117	2.604
Kvantificering af skadevoldere i marken	2.804	3.260

**Figur 5. Lønudgifter pr. point**



Det ses, at projekterne ”Vaskning af staldluft” og ”Identifikation af produktionssygdomme” stadig har den laveste effektivitet (største lønudgift pr. point) og ”Robotbaseret ukrudtsbekæmpelse” den højeste. I øvrigt er der ikke ændret på rækkefølgen projekterne imellem.

Den lave omkostningseffektivitet for de to projekter kan således ikke alene forklares ved større omkostninger til forsøgsfaciliteter.

I projektet ”Vaskning af staldluft” afholdes en del af lønudgifterne via støtte fra erhvervsvirksomheder. Disse lønudgifter har imidlertid ikke resulteret i et måleligt output, fx i form af flere artikler, men er anvendt til mere udviklingsorienteret arbejde i virksomhederne, hvorfra resultaterne ikke er offentliggjort. Herved bliver omkostningseffektiviteten alt andet lige lavere.

I projektet ”Identifikation af produktionssygdomme” skyldes den lave produktivitet overvejende, at der har været store problemer med at få måleudstyret til at fungere, hvorved man inden for projektrammen ikke har opnået de forventede resultater og derfor heller ikke har kunnet præstere de forventede publikationer.

## 4. Evaluering af de enkelte projekter

I dette kapitel gennemgås de enkelte projekter. Der indledes med en kort opgørelse af de totale omkostninger, samlet antal point, omkostningseffektiviteten og lønomkostninger forbundet med det enkelte projekt. Herefter gennemgås formålet med projektet. Der gives en sammenfatning af den kvantitative analyse og slutteligt en sammenfatning af den kvalitative evaluering.

### 4.1. Vaskning af staldluft

Totale omkostninger, kr.	13.785.186
Points	1.340
Heraf: Videnskabelig betydning	400
Indlejring af viden	790
Erhverv og samfund	150
Omkostningseffektivitet, point pr. mio. kr.	97
Lønudgifter, kr. pr. point	6.134

#### Formål

Formålet med projektet er at opnå en grundlæggende viden for udvikling af et nyt koncept for vådvaskere til svinestalde. Der er et stort behov for reduktion af lugt, ammoniak og støv emissioner fra svinestalde og en vådvasker monteret i ventilations-skorstene forventes at være en effektiv teknisk løsning.

Den nye type af vådvasker består af absorptions elementer og sprede dysser installeret i ventilationsskorstenen og et centralt vandrensingsmodul. Absorptions elementerne tilføres rensed vand fra den centrale vandrensingsenhed og lugt, ammoniak og støvpartikler absorberes i vanddråberne. En detaljeret beskrivelse af vådvaskeren og vandrensingsmodulet og disses funktion kan ikke gives, da materialet er holdt fortroligt af hensyn til en patentansøgning.

Projektet er et samarbejdsprojekt mellem DJF, Forskningscenter Bygholm (projektleder), Dansk Svineproduktion og Turbovent A/S. To forskellige prototyper er udviklet som led i projektet. Dels en forsøgsmodel udviklet af forskere, dels en industriel model udviklet af Turbovent A/S. Absorptionssøjlerne i begge modeller anvender en flertrins bio dryppe teknik, der er udviklet under projektet. Forsøgsmodellen forsynes med vand fra en konventionel vandrensingsenhed til denitrifikation af kvælstof kombineret med en ozon vand generator til oxydering af lugtstofrester. I industrimo-

dellen kommer vandet fra en vandbehandlingsenhed, som fjerner partikler ved sedimentation og tilpasser pH ved tilsætning af syre. Efter en periode udskiftes vandet og tilføres gyllebeholderen, medens vandet i forskningsmodellen hele tiden genanvendes.

### **Kvantitativ analyse**

Projektet opnår i alt 1.340 point. Der er opnået 400 point indenfor kategorien ”Videnskabelig betydning” på baggrund af 4 videnskabelige artikler, 6 working papers og 6 konferenceindlæg. De 790 point i kategorien ”Indlejring af viden” er opnået for uddannelse af 2 ph.d. studerende betalt af projektmidler, vejledning af 1 kandidat, 2 gæsteforelæsninger og 1 patentansøgning med forudgående nyhedsundersøgelse. Under ”Erhverv og samfund” er opnået 150 point for 2 artikler, 2 foredrag og 1 hjemmeside. Hvad angår omkostningseffektivitet og lønudgifter pr. point rangerer projektet relativt lavt som nr. 5 blandt de 6 projekter. Den lave placering skal dog ses på baggrund af, at der fra erhvervsside er tilført godt 3 mio.kr. til projektet, som reelt ikke har givet sig udslag i skriftlige outputs, men til gengæld har dækket væsentlige udgifter til forsøgsudstyr og drift. Derved bliver omkostningseffektiviteten alt andet lige lavere og lønudgifterne pr. point højere.

### **Kvalitativ analyse**

Ifølge projektlederen seniorforsker Hisamitsu Takai er formålet med projektet blevet opfyldt. Der er uddannet to ph.d. studerende og et master projekt har været tilknyttet. I samarbejde med det tværgående netværk og forskerskoleaktiviteten i programmet er organiseret et ph.d. kursus og en workshop.

Som et centralt resultat af projektet er påvist, at vaskning af staldluft er mulig uden brug af kemikalier og ved anvendelse af minimale vandmængder. Det vil sige, at kombinationen luftvasker og biologisk vandrensning kan bringes til at fungere. Dette fremhæves som et reelt forskningsmæssigt gennembrud.

Vedrørende ammoniak og støv opnås en god effekt i forsøgsmodellen ved vådvaskningen, medens der fortsat er problemer med at opnå en tilstrækkelig reduktion af lugtemissionen. Der kan måles stor reduktion på enkeltstoffer, men alle stoffer er ikke blevet målt, ligesom der muligvis er nogle synergieffekter mellem stofferne, hvilket kan være forklaringen på den manglende effekt. Derimod har de nyeste olfaktometer målinger af lugtreduktions effektiviteten for industrimodellen vist 60-80 pct. reduktion.

Udover ovennævnte resultater er udviklet en metode, der kan bestemme ændringer i de mest relevante lugtkomponenter. Endvidere en metode der kan visualisere flowet i absorptions søjlen og dråbeseparatoren samt metoder til måling af vandrensningsenhedens funktion.

Der er skabt ny kontakt til japanske forskere ved Tamagawa Universitetet i Tokyo, som er specialister i spildevandsrensning. Rensning af staldluft er et højtprioriteret emne i mange lande og f.eks. i Holland og Tyskland arbejdes der intens på at løse dette problem, og der foregår omfattende forskning på området.

Projektet har givet ophav til et projekt finansieret via DFFE, innovationsloven, Hybrid staldluftvasker til fjernelse af lugt og patogener i ventilationsluft fra svinestalde. Reduktion af patogener var ikke et emne i her omtalte projekt, men der opstod i projektforsøget nogle ideer om, at dette tema kunne være relevant. Projektlederen påpeger, at det er nødvendigt, at de tekniske og biologiske fagområder samarbejder om fremtidige løsninger.

Der er udtaget patent på baggrund af projektets resultater. Dette er imidlertid ikke uden problemer for forskningen, idet resultaterne skal omgås med fortrolighed, indtil patentansøgningen er godkendt. Det giver let problemer i relation til samarbejdet med andre forskere og med erhvervsinteresser.

Dette forhold påpeges også som et problem af Dansk Svineproduktion, hvor man mangler de seneste resultater på grund af fortrolighedsbestemmelsen. Generelt er Dansk Svineproduktion lidt forbeholdne overfor specielt vandrensningsenheden i forsøgsanlægget, idet man mener, at denne del er med til at fordyre anlægget i forhold til at udlede vaskevandet til gyllebeholderen og udnytte den ammoniak der opfanges til gødningsformål. Derimod er man ikke afvisende overfor principperne i vaskning af staldluften.

Fra Turbovents side har man været meget tilfreds med samarbejdet. Det har bidraget til ny viden vedrørende rensning af luft med vand, biologisk rensning af luft og biologisk rensning af vand, som firmaet har kunnet udnytte ved opbygning og forbedring af deres industrimodel. Som et spin-off fra projektet er udviklet en støvvasker, som anvendes i rodfrugt industrien, ligesom der er arbejdet videre med ammoniakrensning ved syretilsætning. Man er løbende blevet godt orienteret om projektets fremdrift og resultater ved regelmæssige møder. Det påpeges, at der har været problemer i samarbejdet med Dansk Svineproduktion, idet man herfra har været lidt for hurtige i at

dømme de anvendte metoder og resultater, selvom disse var fremkommet som led i en forskningsproces og på ingen måde kunne ses som endelige.

#### **4.2. Identifikation af produktionssygdomme**

Totale omkostninger, kr.	10.587.695
Points	925
Heraf: Videnskabelig betydning	115
Indlejring af viden	700
Erhverv og samfund	110
Omkostningseffektivitet, point pr. mio.kr.	87
Lønudgifter kr. pr. point	6.225

#### **Formål**

Projektets hovedformål er at udvikle automatiske metoder til en tidlig identifikation af produktionssygdomme ved kvæg med særlig fokus på leverbylder , fedtlever og klovbenlidelser.

Det overordnede formål vil blive opfyldt via følgende forskningsopgaver:

A: At udvikle og teste en metode til kvantificering af fedtlever og leverbylder ved anvendelse af ultralyd. Projektet vil udvikle en eksperimentel ultralyd metode til kvantificering af fedtlever og diagnose for leverbylder. Endvidere vil projektet teste det eksperimentelle set-up og vurdere dets anvendelighed for veterinærer og kvægholdere.

B: At udvikle og teste et automatisk system til tidlig identifikation af halthed hos køer baseret på bevægelses karakteristika og fordeling af tryk på klovene. Projektet vil udvikle et eksperimentelt set-up til automatisk registrering af tryk på klovene og bevægelses karakteristika. Endvidere vil projektet vurdere anvendeligheden af sådant et system som et hjælpemiddel til tidlig identifikation af hyppige klov- og bensygdomme.

Projektet er et samarbejdsprojekt mellem fire partnere: Danmarks Jordbrugsforskning, Institut for Husdyrsundhed og Velfærd (projektleder), Kvægbrugets Forsøgscenter, FORCE Instituttet, Afdelingen for Apparater og Sensor Teknologi og Ålborg Universitet, Center for Sanse-motorisk Interaction.

### **Kvantitativ vurdering**

Projektet opnår i alt 925 point. Der er opnået 115 point i kategorien ”Videnskabelig betydning” på baggrund af 1 videnskabelig artikel, 4 konferenceindlæg og 1 posterpræsentation. Projektleder oplyser, at der er 2-3 videnskabelige artikler undervejs, men disse er ikke talt med, da de endnu ikke er publiceret. De 700 point i kategorien ”Indlejring af viden” er opnået for 2 post doc. betalt af projektmidler samt vejledning af 2 kandidater. Under ”Erhverv og samfund” er givet i alt 110 point for 1 tidsskriftsartikel og 3 foredrag. Projektet ligger relativt lavt i den kvantitative vurdering, hvilket skyldes, at der i projektforløbet har været mange metodiske problemer, så de forventede resultater ikke har kunnet opnås indenfor projektperioden.

### **Kvalitativ vurdering**

Ifølge projektlederen Klaus Lønne Ingvarsen er formålet med projektet blevet opfyldt, men man nåede ikke at skabe de forventede resultater. I starten var der problemer med at få samarbejdet til at fungere, men hovedårsagen til de manglende resultater var vanskeligheder med udstyret og vanskeligheder med analyse af data. Dette gælder især ultralyd scanning til kvantificering af fedtlever og kraftplatforme og trykplader til måling af klovlidelser, hvorimod kvantificeringen af leverbylder var mere succesfuld.

Opgaven med identifikation af leverbylder med ultralyd lykkedes og forudsætningerne for kommerciel udnyttelse er beskrevet. Med udgangspunkt i den udviklede metode samt en forskningsinteresse for grisemodeller i relation til humane studier blev metoden videreudviklet til brug på grise.

Vedrørende kvantificering af fedtlever blev vanskelighederne med at foretage målinger erkendt, og de tekniske og biologiske problemstillinger for at komme videre med metoden er kortlagt. Det er fundet endelige beviser for, at den foreslåede metode er stærkt påvirket af de vævslag, som ligger før leveren, hvilket bevirker, at leverens fedtindhold ikke kan forudsiges på basis af ultralyd data. Der blev udviklet et helt nyt koncept, der viste sig mere lovende, men man havde ikke mulighed for at gennemføre tilstrækkelige tests af metoden, og denne er derfor ikke endeligt verificeret.

Til identifikation af klov- og benlidelser hos malkekøer blev udviklet kraftplatforme og trykplader, der blev indbygget i en rampe i drivgangen i kostalden på Forskningscenter Foulum. Der viste sig betydelige problemer med at foretage målinger under hensyntagen til køernes ganghastighed og deres klovproblemer. Der er udviklet algoritmer og software til analyse af data, men det er nødvendigt med en yderligere ind-



sats, før metoderne er fuldt brugbare. Forudsætningerne for et videregående arbejde er blevet kortlagt og beskrevet. Der er forventninger om 2-3 internationale artikler om disse problemstillinger.

Der er ikke i projektet sket egentlige forskningsmæssige gennembrud, men forudsætninger for at komme videre er som nævnt beskrevet, ligesom den nødvendige forskningsmæssige ekspertise er tilvejebragt. De to post doc., der var tilknyttet projektet, er således fortsat ansat på institutionen. Der er kommercielle aspekter vedrørende metoder og udstyr, men de er ikke for nuværende modnet tilstrækkeligt via forskningsresultater.

Projektet har givet ophav til to nye projektansøgninger til Forskningsrådet for Teknologi og Produktion:

- Non-invasive method for measuring liver fat content by using multiple frequency ultrasonic attenuation data.
- Pressure and space requirements during lying down and rising movements in cows measured using new technology.

De to projekter har imidlertid ikke opnået støtte. Sidstnævnte forventes genindsendt 1. april 2010.

Dansk Kvæg har løbende været holdt underrettet om projektets fremdrift og resultater. Dansk Kvæg har været direkte involveret i projektets del B vedrørende klovlidelser og har bidraget til analyse af datamaterialet. Resultaterne er endnu ikke endeligt publiceret, men arbejdet har givet indblik i den kompleksitet, der er ved at måle under praktiske forhold og de fortolkningsvanskeligheder, der foreligger når tekniske løsninger skal anvendes på en biologisk virkelighed. Der skal helt klart arbejdes mere med disse grundlæggende problemstillinger, før der kan gennemføres et udviklingsarbejde med henblik på praktisk anvendelse. Samarbejdet med projektet er i øvrigt forløbet tilfredsstillende.

### 4.3. Automatisk rensning af svinestalde

Totale omkostninger, kr.	10.040.000
Points	1.830
Heraf:	
Videnskabelig betydning	510
Indlejring af viden	920
Erhverv og samfund	400
Omkostningseffektivitet, Point pr.mio.kr.	182
Lønudgifter, kr. pr. point	3.841

#### Formål

Det overordnede formål med projektet var at udvikle et intelligent sensor system, som kombineret med en vaskerobot, kunne anvendes til at udføre rensning mellem hold i svinestalde. Sensoren skal forsyne vaskerobotten med data om renhedsgraden af de overflader, der skal rengøres og derved styre robotens funktion således, at der blandt andet kan opnås betydelige vandbesparelser i forhold til at foretage vask uden hensyn til, hvor snavset området er. Der sigtes på i projektet at nå så langt, at systemet kan afprøves såvel under laboratorieforhold som i svinestier i praksis. Forudsat, at systemet kommer til at fungere efter hensigten, vil det kunne bidrage til at forbedre arbejdsforholdene ved rengøring af stalde set i forhold til konventionel højtryksrensning.

#### Kvantitativ evaluering

Projektet opnår i alt 1.830 point. Der er opnået 510 point i kategorien ”Videnskabelig betydning” på baggrund af 3 videnskabelige artikler, 8 forskningsrapporter og 4 konferenceindlæg. De 920 point i kategorien ”Indlejring af viden” er opnået for uddannelse af 2 ph.d. studerende betalt af projektmidler, vejledning af 4 kandidater og 1 patentansøgning med forudgående nyhedsundersøgelse. Under ”Erhverv og samfund” er opnået 400 point for 3 artikler, 5 foredrag, 2 debatartikler, 10 nyhedsbreve og en hjemmeside. Hvad angår omkostningseffektivitet og lønudgifter pr. point rangerer projektet som nr. 4 blandt de 6 projekter i programmet.

#### Kvalitativ evaluering

Ifølge projektleder professor Mogens Blanke, DTU er formålet blevet opfyldt fuldt ud. Samarbejdet mellem projektets partnere, som foruden DTU har omfattet DJF, Forskningscenter Bygholm, Alto A/S, Gerni A/S og Dansk Svineproduktion har fungeret meget tilfredsstillende.

Der er opnået ny viden om karakterisering af snavsede områder i stalde. På dette grundlag er beskrevet teorier for udvikling af en sensor, der bygger på en ny metode, spectral reflectance. Denne sensortype blev udviklet, så den kunne opfange den betydelige variation i renhedsgrad, man finder i svinestier. Der blev udviklet software for systemets funktion og samspil med vaskerobotten. Endvidere blev der lavet programmering af selve robotten, som var stillet til rådighed af de industrielle partnere i projektet. Efter en tilpasning af algoritmer og en indkapsling af sensoren så den kunne operere under de vilkår (ammoniak og tilsmudsning), der findes i svinestalde, viste afprøvningsresultaterne, at systemet er en mulighed ved en fremtidig automatisk rengøring.

Der er indsendt patentansøgning vedrørende metoder og apparatur til klassifikation af overflader. Det har imidlertid ikke været muligt af økonomiske grunde at opretholde patentansøgningen, men efter projektlederens opfattelse, byggende på meddelelser fra det europæiske patentmyndigheder, ville ansøgningen være blevet godkendt. Sensor-systemet er implementeret på en industrirobot, men er ikke videreudviklet og kommercialiseret. De deltagende industripartnere har vurderet, at betingelserne for en omkostningskrævende udviklingsindsats og kommercialisering ikke var til stede.

Den viden, der er opnået i projektet, er i høj grad blevet implementeret i forskning og undervisning, herunder af ph.d. studerende. Projektet har givet anledning til nye fremtidige samarbejdspartnere ved Helsingfors Universitet og Universitetet i Wageningen. Projektet har bidraget til at etablere nye projekter på området. DTU deltager i et internationalt netværk om landbrugsrobotik. Endvidere i et projekt sammen med Det jordbrugsfaglige Fakultet ved Århus Universitet om identifikation af drægtighed og haltethed hos køer. Endvidere i projekt staldtek, rengøring af stalde, sammen med 15 partnere indenfor industri og landbrug.

Dansk Svineproduktion mener, at projektet har givet mere erfaring med vandforbrug ved vask og opmærksomhed på overfladebeskaffenhed. Endvidere om staldindretnings betydning for anvendelse af vaskeroboter (rørføringer m.v.). Målingerne til identifikation af rene og urene overflader finder man ligeledes interessante. Dansk Svineproduktion ser positivt på systemets muligheder, men der ligger et stort udviklings- og afprøvningsarbejde foran, før det kan forventes at vinde udbredelse i praksis. Man finder det endvidere positivt, at der er personer fra andre forskningsinstitutioner end de traditionelle landbrugsfaglige, der er med til at udvikle ny teknologi. Rengøring af stalde har imidlertid ikke fyldt så meget på dagsordenen som andre miljøtemaer, som f.eks. rensning af staldluft. Dette er en medvirkende årsag til, at der ikke er samme efterspørgsel i markedet vedrørende ny teknologi til rengøring.

Nilfisk-Alto peger på, at identifikation af snavsede og ikke snavsede områder kan bruges i andre sammenhænge end i landbruget. Projektets resultater har endnu ikke haft betydning for virksomheden, idet der først skal laves et omfattende udviklingsarbejde, som man foreløbig er afstået fra, da det er dyrt og markedet ikke er modent. Der findes mere simple robotter, der foretrækkes trods et større vandspild.

Begge parter giver udtryk for, at der har været et meget fint samarbejde i projektet. Man er blevet godt orienteret om resultaterne af forskningen både skriftligt og ved møder.

#### **4.4. Robotbaseret ukrudtsbekæmpelse**

Totalt omkostninger, kr.	6.763.748
Points	1.680
Heraf:	
Videnskabelig betydning	690
Indlejring af viden	810
Erhverv og samfund	180
Omkostningseffektivitet, point pr. mio. kr.	248
Lønudgifter, kr. pr. point	2.577

#### **Formål**

Visionen for projektet er at bidrage til, at robotik og computervision indenfor en årække kan reducere den manuelle indsats i økologiske roer med 50-100 pct. og herbi-  
cidforbruget i konventionelt dyrkede roer med 75-100 pct..

De specifikke mål for projektet er:

- at optimere, teknisk og biologisk, kortlægningen af frø i forbindelse med såningen
- at udvikle en automatisk identifikation og kortlægning af afgrøde og ukrudtsfrøplanter
- at undersøge nøjagtighed, potentialer og begrænsninger af mekaniske opfindelser for ukrudtsbekæmpelse indenfor rækker og tæt ved afgrøden
- at undersøge målrettet mikro sprøjtning af ukrudt i området tæt på afgrøden

Forskningsindsatsen vil blive baseret på små selvkørende og selvnavigerende køretøjer, som instrumenteres med RTK-GPS til nøjagtig positionsbestemmelse, computervisionsudstyr til plantegenkendelse og aktive redskaber til ukrudtsbekæmpelse. Det er

hensigten at skabe forudsætninger for et samarbejde mellem nøgleforskere, kommercielle partnere, ph.d. og M.Sc. studerende, der udfører forskning om robotbaseret ukrudtsbekæmpelse.

Projektet er gennemført ved et samarbejde mellem DJF, Forskningscenter Bygholm, Afd. For Jordbrugsteknik, DJF, Forskningscenter Flakkebjerg, Afd. For Plantebeskyttelse og Skadedyr og KVL, Institut for Jordbrugsvidenskab.

### **Kvantitativ vurdering**

Projektet opnår i alt 1.680 point. Der er opnået 690 point indenfor kategorien ”Videnskabelig betydning” på baggrund af 4 videnskabelige artikler, 19 conferenceindlæg og 1 posterpræsentation. De 810 point indenfor ”Indlejring af viden” er opnået for uddannelse af to ph.d. studerende, vejledning af 3 kandidater og 2 bachelorer samt 1 patent nyhedsundersøgelse. Under ”Erhverv og samfund” er opnået 180 point for 2 artikler, 3 foredrag og 1 radiointerview. Hvad angår omkostningseffektivitet og løn-omkostninger pr. point rangerer projektet som et af de bedste blandt de 6 projekter i programmet.

### **Kvalitativ vurdering**

I henhold til projektets leder forskningschef Svend Christensen, DJF, Forskningscenter Bygholm er hovedformålet med projektet blevet opfyldt.

Som et centralt resultat er udviklet teori og metode til genkendelse af forskellige arter af planter på kimbladsstadiet ud fra deres form. Der er skabt muligheder for en mere præcis sprøjtning, og der er afdækket mekaniske og fysiske metoder for ukrudtsbekæmpelse i rækkerne. Disse resultater er centrale forudsætninger for en videre forskning indenfor robotbaseret ukrudtsbekæmpelse.

Via projektet er uddannet to ph.d. ’er og der er givet vejledning til tre kandidater og to bachelorer (hovedopgaver).

Der har ikke i projektet været inddraget industrielle partnere, da arbejdet var orienteret mod at opbygge grundlæggende viden og metoder. Der mangler endnu en del forskning især med hensyn til opbygning af databaser til genkendelse af ukrudsarter samt robuste præcise bekæmpelsesmetoder før en egentlig industriel udvikling kan finde sted.

Til det økologiske landbrug er der især behov for at udvikle en lugerobot, medens en intelligent sprøjtebom vil være mere sandsynlig for det konventionelle landbrug. Under alle omstændigheder vil en brobygning mellem biologi, agronomi og de ingeniørmæssige fagområder være en forudsætning for, at det skal lykkes at skabe grundlaget for en praksis nær udvikling på området.

I Danmark er man forskningsmæssigt ganske godt rustet med hensyn til landbrugsrobotter, men i andre lande, f.eks. Tyskland, USA, Holland, Norge og Sverige satses der også meget på dette område.

Projektet har givet ophav til en række nye projekter:

- Operationel sprøjtning af enkeltstående planter, DFFE., Innovationsloven.
- Vision kontrolleret sprøjtning i majs, Miljøstyrelsens Forskningsprogram.
- Herbicidfri ukrudtsbekæmpelse med laser, DFFE, Innovationsloven.
- Den intelligente sprøjtebom, Højteknologifonden.

#### **4.5. Automatisk planteregistrering**

Totalt omkostninger, kr.	8.191.384
Points	1.965
Heraf:	
Videnskabelig betydning	905
Indlejring af viden	1.020
Erhverv og samfund	40
Omkostningseffektivitet point pr. mio. kr.	240
Lønudgifter, kr. pr. point	2.604

#### **Formål**

Projektets formål er at udvikle metoder til måling og håndtering af information om planter vækststatus og potentiale ved ikke destruktive målinger. For en optimal monitorering af plantevæksten vil der blive udviklet metoder, der kan tage højde for planternes geometriske struktur og den rumlige fordeling af deres refleksion tre dimensionalt. En mere holistisk beskrivelse af planter vil åbne muligheden for udvikling af sensorer, der kan skelne mellem forskellige stresssymptomer, sygdomme og skadedyr, hvorved brugen af indsatsfaktorer kan tilpasses behovet ved den aktuelle lokalitet.

Projektets vision er effektiv præcisions landbrug, som i harmoni med naturen udnytter resurserne bedst muligt. Dette kræver kontinuert selektiv og adaptiv kontrol af vækst, ukrudt, sygdomme og skadedyr. Denne kontrol forudsætter tilsvarende kontinuert overvågning på markerne med passende metoder til at måle den aktuelle tilstand vedrørende planterne og deres vækst.

Projektet er gennemført ved et samarbejde mellem Ålborg Universitet, Computer Vision og Medie Teknologi Laboratoriet, DJF, Forskningscenter Bygholm, DJF, Forskningscenter Flakkebjerg og DJF, Forskningscenter Foulum. Der har ikke medvirket erhvervsinteresser.

### **Kvantitativ vurdering**

Projektet opnår i alt 1.965 point. Der er opnået 905 point i kategorien ”Videnskabelig betydning” på baggrund af 6 videnskabelige artikler og 22 conferenceindlæg. De 1.020 point i kategorien ”Indlejring af viden” er opnået for uddannelse af to ph.d. studerende, vejledning af 8 kandidater samt 1 patent nyhedsundersøgelse. Under ”Erhverv og samfund” er opnået 40 point for 2 foredrag. Hvad angår omkostningseffektivitet og lønomkostninger pr. point rangerer projektet som nr. 2 blandt de 6 projekter.

### **Kvalitativ vurdering**

I henhold til projektets daglige leder lektor Hans Jørgen Andersen, Ålborg Universitet er hovedformålet med projektet blevet nået. Der har været tilknyttet to ph.d. studerende til projektet, hvoraf den ene efterfølgende har fået ansættelse ved Ålborg Universitet og den anden i en landbrugsindustriel virksomhed.

Projektet har været opdelt i tre arbejds pakker:

- WP 1: 3 D rekonstruktion af planter
- WP 2: Analyse af afgrødestruktur v. h. a. computer vision
- WP 3: Integration og test af sensor i en operationel kontekst

WP 1 og 2 har haft de to ph.d. studerende tilknyttet. WP 3 har været ledet af Forskningscenter Bygholm. Arbejdet i WP 2 er gennemført i tæt samarbejde med Forskningscenter Flakkebjerg og Foulum.

Som centrale resultater er i projektet opnået:

- En tre dimensional modellering af planter med sigte på lokalisering af ukrudt og registrering af mangelsymptomer og sygdomme.
- Fastlæggelse af bladarealindeks og vinkel af blade med prisbillige kameraer og en tilgang der svarer til en praktisk driftssituation.
- Praktisk verifikation og demonstration af udviklede sensorer monteret på en autonom platform.
- Integrering af sensorer og målemetodik i relation til et fremtidigt præcisions jordbrugskoncept.

Den tredimensionale modellering har været efterspurgt fra USA. Resultaterne vedrørende bladarealindeks og bladvinkel kan blive interessante ved stigende priser for gødning og sprøjtemidler og ved øget fokus på miljømæssige konsekvenser. En anden praktisk konsekvens af projektet er, at der er åbnet mulighed for at tage billeder uden kalibrering af kameraer under varierende dagslysforhold. En praktisk udnyttelse af disse resultater vil imidlertid kræve yderligere forskning og et efterfølgende industrielt udviklingsarbejde og kommerciel modning.

Projektet har ikke givet ophav til nye projekter. Universitetsreformen og fusionen af Danmarks Jordbrugsforskning med Århus Universitet gav et tomrum, der vanskeliggjorde udvikling af nye projekter. Omlæggelsen har betydet udskiftning af personale, så de personlige netværk har været vanskelige at opretholde.

I projektperioden er skabt nye kontakter til University of California, Davis og Universitat Jaume I, Casellion, Spanien hvor de to ph.d. studerende har været på studieophold.

#### **4.6. Kvantificering af skadevoldere i marken**

Totale omkostninger, kr.	4.227.074
Points	860
Heraf:	
Videnskabelig betydning	390
Indlejring af viden	300
Erhverv og samfund	170
Omkostningseffektivitet, point pr. mio.kr.	203
Lønudgifter, kr. pr. point	3.260



## **Formål**

Projektets hovedformål er at udvikle kemiske sensorsystemer, som kan detektere og kvantificere specifikke skadevoldere i marken. Ideen er, at et sådant sensorsystem skal påmonteres en satellitstyret robot, som således kan indsamle data for forekomst af skadevoldere i marken. Behandling af marken kan derefter foretages målrettet og behovsbestemt, hvorved pesticidforbruget kan nedsættes.

Projektet er gennemført i et samarbejde mellem DJF, Forskningscenter Flakkebjerg og FORCE Technology, Sensor og NED Innovation. Samarbejdet har været velfungerende.

## **Kvantitativ evaluering**

Projektet opnår i alt 860 point. Der er opnået 390 point i kategorien ”Videnskabelig betydning” på baggrund af 4 videnskabelige artikler og 8 konferenceindlæg. De 300 point i kategorien ”Indlejring af viden” er opnået for uddannelse af 1 ph.d. studerende betalt af projektmidler. Under ”Erhverv og samfund” er opnået 170 point for 7 foredrag, 1 temamøde og 1 nyhedsbrev. Hvad angår omkostningseffektivitet og lønudgifter pr. point rangerer projektet som nr. 3 blandt de 6 projekter i programmet.

## **Kvalitativ evaluering**

Ifølge projektleder seniorforsker Annemarie Fejer Justesen, Forskningscenter Flakkebjerg er formålet med projektet blevet opfyldt. Nogle af metoderne kom dog ikke til at virke efter hensigten og for dem, som viste sig lovende, er der meget lang vej til praktisk anvendelse. Projektet skal ses som en igangsætter for DJF i udforskningen af et nyt område, og viden grundlaget ved projektets start var derfor begrænset. Projektet har som sådan ren videnskabelig betydning, og der har derfor heller ikke været etableret et samarbejde med hverken industri eller rådgivning.

Der blev udviklet sensorsystemer til detektion af svampesporer fra gulrustsvampen og kartoffelskimmelsvampen. Der blev arbejdet med to forskellige systemer til detektion af svampesporer, dels en såkaldt surface plasmon resonance (SPR) immunosensor, dels en sensormodel baseret på Quartz Crystal Microbalance (QCM). Kun SPR sensoren kom til at virke efter hensigten. Heri ligger også projektets egentlige forskningsmæssige gennembrud. Dette system anses for at have et potentiale for implementering i fremtidige ”on-site” sensorer.

Endvidere blev udviklet ”en kunstig næse”, DOSS; til detektion af bladlus via et alarmferomon (E-farnesene) der udskilles, når bladlus stresses, f.eks. af fjender som

mariehøns og larver. Kunstig næse metoden viste sig ikke at være egnet på markniveau, men FORCE Technology har brugt resultaterne i et videre arbejde på baggrund af en bedre forståelse af fugtens indvirkning på lugtsensormålinger.

Projektet har givet ophav til en række nye projekter:

- Sensor systems for improved monitoring of microorganisms in food production. Finansieret af DFFE
- ENDURE Netværk of excellence: European Network for the Durable Exploitation of crop protection strategies.
- Modning af nye teknologier. On site detection af svampesporer med ILOC. Samarbejde med Ilochip A/S. Finansieret via Innovationsloven.

#### **4.7. Netværk og forskerskole**

Det primære formål med denne tværgående aktivitet var at etablere netværk og understøtte forskeruddannelsen i programmet ”Bæredygtig teknologi i jordbruget”. Udover de 6 projekter i programmet har 4 andre projekter været omfattet. Den tværgående aktivitet har modtaget støtte fra forskningsrådene på kr. 1.992.977, der også svarer til de totale omkostninger. Koordinator for området har været forskningschef Svend Christensen, DJF, Forskningscenter Bygholm.

Der er blevet afholdt 3 ph.d. kurser. Endvidere er udarbejdet 23 nyhedsbreve med det formål at opnå en bredere formidling af projekterne og de opnåede resultater. Der har været afholdt en workshop med bred international deltagelse.

Der er gjort et betydeligt arbejde for at styrke den europæiske indsats vedrørende højteknologiske tiltag i jordbruget gennem ”Standing Committee on Agricultural Research”. Der er foreslået en række ”Collaborative Working Groups” omkring udvalgte temaer, der skal styrke samarbejde og koordinering af den europæiske forskning. Danmark er repræsenteret i 9 af disse grupper og koordinator for ”Collaborative Working Group for IKT og robotter i jordbrug og relaterede industrier”. Der er for tiden 18 deltagere i gruppen fra 11 forskellige lande.

## Bilag A: Pointtildeling i den kvantitative analyse

Videnskabelig betydning (publiceringer)	Points
Internationalt tidsskrift med JIF>4	120
Internationalt tidsskrift med JIF>2	100
Internationalt tidsskrift med JIF<2	80
Internationale tidsskrifter, uden JIF	30
Dansk tidsskrift (PR)	20
Bøger (kapitler)	40
Proceedings og working papers	20
Forskningsrapport	20
Konferenceindlæg (med ekstern vurdering)	20
Konferenceindlæg (uden ekstern vurdering)	15
Posterpræsentationer	10

Indlejring af viden (Uddannelse)	Points
Forskere (p.hd. og post doc.) (Betalt af projektmidler)	300
Kandidater (Vejledning)	50
Efteruddannelse (20 points pr. kursus)	20
Bachelorer (Vejledning)	20
Gæsteforelæsninger	10
Teknisk	
Patenter Nyhedsundersøgelse	20
Patenter Ansøgning	100
Patenter godkendelse	40
Strategisk metodeudvikling	100
Anden form for kommerialisering	100
Softwareprogrammer (opdel)	100

Erhverv og samfund (publiceringer)	Points
Fagtidsskrifter	50
Fagspecifikke aviser	50
Større udredninger > 50 sider	80
Mindre udredninger < 50 sider	20
Myndighedsprocedurer	100
Foredrag	20
Kronikker, avisinterview, debatartikler	20
Interviews til landsdækkende radio eller tv	20
Temanumre i forbindelse med projekt	20
Temamøder / workshops	20
Nyhedsbreve	10
Hjemmesider tilknyttet projekt	10

## **Bilag B: Interviewguide Projektledere**

### **Spørgsmål:**

**Er formålet med forskningsprojektet i dine øjne blevet opfyldt?**

**Hvilken central ny viden og muligheder har projektet medført?**

- Er der udviklet nye metoder?
- Er der udviklet ny teknologi?
- Har det forbedret egne muligheder?

**Hvilke forskningsmæssige gennembrud (om nogen) har projektet medført?**

**Er der noget fra projektet der er blevet implementeret i f.eks. industrien, forskning eller myndighedsberedskab?**

**Er der skabt kontakt til nye samarbejdspartnere, internationalt m.v. ?**

**Findes der anden forskning der har samme målsætning som dette projekt?**

**Har I gjort noget aktivt for at involvere erhvervet f.eks. ved hjælp af hjemmesider m.v. ?**

**Har projektet medført permanent ansættelse af forskningspersonel?**

**Har projektet givet ophav til nye projekter?**

**Er der nogen kommercielle aspekter i forskningsprogrammet?**

**Har I opnået noget ud over formålet?**

**Er der til slut noget du vil tilføje som vi ikke er kommet ind på eller du er kommet i tanke om undervejs?**

## **Bilag C: Interviewguide Erhvervsinteressenter**

**Spørgsmål:**

**Hvilken ny viden har projektet tilført erhvervet?**

**Hvilken betydning har den nye viden medført for erhvervet?**

**Kan resultaterne bruges kommercielt (nu og i fremtiden)?**

**Har resultaterne resulteret i (og beskriv gerne hvordan):**

**Bedre konkurrenceforhold?**

**Mulighed for nye markeder?**

**Muligheder for patenter?**

**Helt nye forretningsområder?**

**Besparelser i produktion?**

**Er erhvervet på tilfredsstillende vis blevet informeret om resultatet af forskningen?**

**Hvilke forskere har i haft kontakt med i forbindelse med projektet og hvordan har samarbejdet fungeret?**

**Har i været tilfredse med samarbejdet?**

**Er der andre forhold som I mener vil være relevante i en evaluering af projektet?**